

南九州における黒ボク土および古赤色土の生成に関する研究

長友 由隆

宮崎大学農学部応用生物科学科生物機能科学講座

(2006年1月25日 受理)

Review of the Research on Formation of Andosols and Pareoredsoils in South Kyushu, Japan

Yoshitaka NAGATOMO

Division of Biotechnology and Biochemistry, Faculty of Agriculture, University of Miyazaki

Summary : In the present review, the outline of studies on the weathering and the forming process of "Akahoya" ash layer, Andosols and Pareoredsoils in south Kyushu were described.

The source volcano of Akahoya ash layer was determined to be Kikai calderas by using chemical composition of ferromagnetic minerals. The Akahoya ash layer is a glassy decitic ash-fall deposit which is widely distributed in Japan from south Kyushu, through Shikoku, to Kanto districts, as one of the most important stratigraphic key beds for studies of late Quaternary geology and tephrochronology in Japan. Akahoya ash layer was grouped in to three types (type I, type II, type III), based mainly on the depth of it from the land surface. They were studied in more detail with regard to their physico-chemical properties and clay mineral compositions. Results showed that the thicker the tephra deposits overlying the Akahoya ash layer (type II, type III) were, the more bases as well as silica relative to aluminum in clay fractions were enriched. Imogolite was dominant under the strong leaching conditions of shallowly buried Akahoya ash layer (type I) whereas allophane was the main clay mineral in deeply buried ones (type II and type III). Halloysite was present only in deeply buried A horizon of Akahoya ash layer of type II. Consequently, environmental changes induced by subsequent overlying of tephra deposits may have a great influence on the weathering of and the soil formation from pre-existing tephra.

Several tephra deposits in the cumulative Andosols profile in Miyakonojo basin in south Kyushu were identified by using chemical composition of ferromagnetic minerals of them to estimate the genetical period of the Andosols based on tephrochronology. It made possible to investigate the forming process of Andosols. Obtained results were as follows: ①Organic carbon content was changed successively from lower to upper layer in the cumulative Andosols profiles. In this fact, it was suggested that various changing patterns of organic carbon content have been based on the volume and condition of parent material, climate, and thickness of the vegetation. ②From phytolith analysis, different grass species were detected to be dominant in each horizon. This result suggested that soil organic matter came mainly from grass species, which have changed with the change of the time. ③The development of the Brown Loam layer has been formed during about 26,000-13,000 year B.P. in the season of Last Glacial Stage, and the humus layers in the upper part of the profile have been formed under condition of thick vegetation during in warming age which periods of Last Glacial Stage.

To estimate the genetical period of the pareoredsoils based on tephrochronology, some tephra deposits overlying and/or underlying the pareoredsoils in south Kyushu area were identified by using chemical composition of ferromagnetic minerals of them. Consequently, the tephra deposit overlying pareoredsoils on Chausubaru higher terrace in Miyazaki Plain and the tephra deposit in the gravel bed under the pareoredsoils in the profile of Obaru in Izumi Plain, respectively, was identified Kakuto tephra (340 ka) and Ata-Torihama tephra (200-250 ka). And also, Kikai-Tozurahara tephra (90-95 ka) and Ata tephra (95-110 ka) covered the pareoredsoils in the profile of Tsubakiyama in Tanegashima. These results have suggested that the genesis of pareoredsoils began before 340 ka and lasted till 95-110 ka in south Kyushu.

Key words : Akahoya, Soil formation, Andosols, Pareoredsoils, Tephrochronology

I. はじめに

私たちは、土壤の上で生き、農業などの生産活動を営んでいる。しかし、その基盤である土壤が“いつ何からどのようにして生成されたのか? ”、“そこに存在する必然性は?”といったことについては案外知られていないのである。自然が長い時間をかけて創り出した土壤は、自然景観の一部をなしつつ生態系を担っている。それ故に、その生成の歴史を知ることは、自然と調和した農業のあり方についても指針を与えることになると考えられる。南九州の土壤には、豊かで雄大な自然を支える力強い躍動感とともに、その生成の歴史を知りたいという気持ちにさせる不思議な魅力がある。以下に、著者等の南九州における黒ボク土と古赤色土の生成に関する研究の歩みと成果を紹介する。

II. アカホヤ火山灰層の起源の特定と風化・土壤化に関する研究

南九州一帯には“アカホヤ”と呼ばれる火山灰層が広く分布している。これと外観が類似する火山灰層は熊本県人吉盆地や四国地方にも分布し、それぞれ“イモゴ”、“オンジ”などと俗称されている。これらはいずれも、土壤断面の比較的上部に存在して表土を構成し、火山ガラスに著しく富み、橙褐色のきわだった土色を呈するなどの共通した特徴を有している。その分布範囲は上記地域以外の阿蘇、九重、由布院周辺、南方の種子島などにもおよんでいる。また本層は、作土中に介在して作物の生育を著しく阻害することから、農業上の不良火山灰土としても知られている(宮崎県農誌 1957)。このように、アカホヤ火山灰層(以後、アカホヤ、イモゴ、オンジと呼ばれる火山灰層の総称として用いる。)は、南九州の広い地域

で黒ボク土の表土を構成する主要な火山灰層であり、その風化・土壤化過程が注目された(菅野他 1955; 菅野他 1957)。

1. アカホヤ火山灰層の類別・同定

アカホヤ火山灰層の風化・土壤化の過程を研究するには、まず母材となったテフラ(火山灰、軽石、スコリア、火砕流堆積物等の火山噴出物の総称)を明確にすることが必要である。そこで、各地に分布するアカホヤ火山灰層について堆積状態および母材の同異や噴出源に関する調査研究を行った。

従来は、テフラの分布・層序関係、類別・同定あるいは噴出源に関する調査研究では、層位学的手法および造岩鉱物の組成や屈折率測定などを主体に行われたが、著者等は、新たに強磁性鉱物の微量重金属組成によるテフラ識別法を用いた。本法は、テフラに含まれる強磁性鉱物の亜鉛、銅、マンガン、バナジウム等の微量重金属組成がテフラや噴出源によって特徴的であることを利用するもので(Kohn, B, P 1970)、わが国に分布するテフラに対しても有効であることが明らかにされた(庄子他 1972)。アカホヤ火山灰層の分布および断面調査は四国、九州、種子島地域で行い、13地点からアカホヤ試料を採取した。その結果、以下のことが明らかになった。

<堆積状態> 南九州南部および種子島地域に分布するアカホヤ火山灰層は3層の降下単位で構成されており、上部はガラス質の火山灰層(f3)、中部はガラス質の火山灰と軽石の混合堆積物層(f2)および下部は軽石層(f1)である。一方、南九州北部から中九州および四国地方にかけて分布するアカホヤ火山灰層は、ガラス質の火山灰の

みから成っており、その外観、層序、火山ガラスに富む等の特徴から、南九州南部や種子島に分布するアカホヤ火山灰層を構成するf3層に相当することが示唆された。

<造岩鉱物組成> 主な重鉱物は、紫蘇輝石、普通輝石および磁鉄鉱で、その組成は降下単位によってわずかに相違したが、f3とf3相当層ではほぼ同じ重鉱物組成を示した。一方、軽鉱物は主に無色火山ガラスおよび長石から成り、特にf3とf3相当層では、いずれも共通して85%以上の板状の無色火山ガラスから成る特徴的な軽鉱物組成を示した。このことから、南九州南部および種子島に分布するアカホヤ火山灰層上部のf3層と南九州以北に分布するガラス質火山灰層（f3相当層）は同じアカホヤテフラに由来することが示唆された。

<強磁性鉱物の化学組成> 強磁性鉱物（主に磁鉄鉱）の鉄、チタン、マンガン、バナジウムおよび亜鉛等の含有量を測定し、それら微量重金属元素の組成および含量比関係（V/Fe-Zn/Ti含量比）に基づいて、アカホヤ火山灰層の母材となったアカホヤテフラの類別・同定がなされた（長友他 1976a；1976 b）。その結果、①南九州南部および種子島のアカホヤ火山灰層を構成する降下単位（f1, f2, f3）の強磁性鉱物の化学組成は相互に相違しているが、連続した変化を示すことから、これらの降下単位が同一噴出源から連続して噴出されたテフラであること、および②南九州南部に分布するアカホヤ火山灰層のf3層と南九州北部より以北に分布するアカホヤ火山灰層（f3相当層）の強磁性鉱物の化学組成は同じであり、同一の降下単位（f3）のテフラ堆積物であることが示唆された。

以上の結果から、九州全域、種子島および四国にかけて広く分布し、各地で“アカホヤ”、“イモゴ”、“オンジ”などと呼ばれているアカホヤ火山灰層は、いずれもが、ガラス質の火山灰から成る同じf3層を母材としていることが明らかとなった。

2. アカホヤ火山灰層の起源

アカホヤ火山灰層の母材となったアカホヤテフラの噴出源については、これまで霧島火山、桜島火山、開聞火山群、鬼界カルデラ火山群、トカラ

火山島群などの複数の火山が想定された（菅野他 1955；松井, 和島 1960；松井 1966；田村 1969）。しかし、上述の結論から、アカホヤ火山灰層の起源は1ヶ所に限定される。そこで、アカホヤ火山灰層の層厚変化、降下単位の数、含有軽石の径、分布主軸の方向などを手がかりとして噴出源を検討した。その結果、アカホヤ火山灰層の母材となったアカホヤテフラの噴出源は、アカホヤ火山灰層の層厚、降下単位の数および軽石の直径が最大となる大隅半島南部の厚ヶ瀬付近から南西方向約60 Kmの海底に存在する鬼界カルデラと推定した（長友, 庄子 1977）（図1）。この結論はその後、町田他（1978）によって裏付けられた。このアカホヤ火山灰層の母材となったアカホヤテフラの噴出源の発見は、南九州を起源とする広域テフラ（1000 Kmを超える広い分布域を持つテフラのことで、その多くは巨大噴火に関連する降下テフラである）の発見の端緒となった。現在、アカホヤテフラは同じく南九州起源のATテフラ（町田、

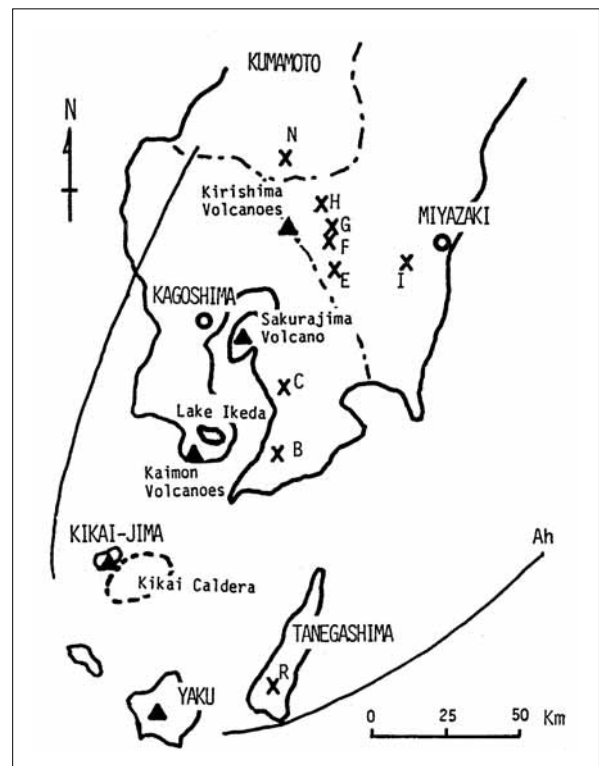


Fig. 1. Distribution of Akahoya tephra, source volcanoes and sampling sites in Southern Kyushu.

B : Atsugase, C : Kanoya, E : Yokoichi, F : Takaharu, G : Fukuhira, H : Kobayashi, I : Tano, N : Kodonbaru, O : Daikanbo, P : Chojabaru, Q : Yufuin, R : Tanegashima

新井 1976) とともに代表的な広域テフラとして、日本各地の第四紀編年や年代指標の重要な鍵層となっている。

3. アカホヤ火山灰層の風化・土壌化

噴出源から遠い日向灘沿岸の台地等では、アカホヤ火山灰層は厚さ数十 cm の腐植層に覆われているものの地表近くに存在し、土壌化を受けて A 層と B 層が発達している。一方、霧島火山などの活火山体周辺では、アカホヤ火山灰層は上部を各種のテフラで厚く覆われて地表下数 m に存在し、A 層と B 層の発達が見られない。しかし、火山からやや離れた都城盆地や大隅半島南部大根占町周辺で見られるアカホヤ火山灰層では、各種のテフラに厚く覆われているものの A 層と B 層が発達している。一般に、南九州のような火山地帯では、地表に堆積したテフラは、多かれ少なかれ新たな

テフラに覆われる。すなわち、噴出源の近くではテフラの降灰頻度や降灰量が多いので、上部を各種のテフラで厚く覆われて埋没状態になる。その場合、土壌化作用は中断し、その後は地表とは異なった風化作用を受けると考えられる。一方、噴出源から遠い地域ではテフラの降灰量は少なく上部を覆われることはほとんど無いので、長期にわたって地表で土壌生成作用を受けると考えられる。そこで、地表に堆積したアカホヤテフラの風化・土壌化に影響した要因を明らかにするために、堆積状態の異なる各地のアカホヤ火山灰層について、風化・土壌化の程度、理化学性や粘土鉱物組成を調べた (長友, 玉井 1993a, 1993b; 長友, 玉井 1994; 長友他 1994)。

図 2 に示したように、アカホヤ火山灰層の堆積状態は大きく 3 つのタイプ (タイプ I, タイプ II, タイプ III) に分けられる。タイプ I のアカホヤ火

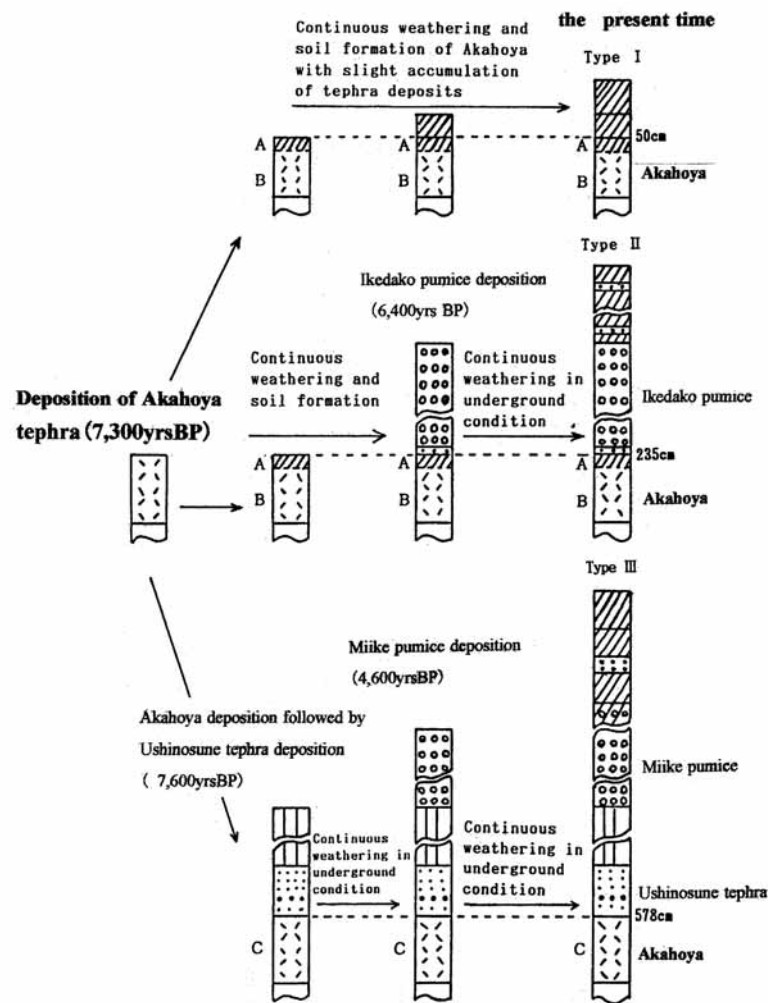


Fig. 2. Weathering and soil formation of Akahoya in relation to tephra depositions.

山灰層は、噴出源から最も遠くに位置し、上部を数十 cm の厚さで腐植に富む腐植層（クロボク、クロニガ）で覆われて地表近くに存在し、土壌化が進んでA層とB層が発達しており、堆積直後から現在まで（約7,300年間）、地表で土壌生成作用を受けたと考えられる。分布範囲が最も広く、各地でアカホヤ、イモゴ、オンジと呼ばれているアカホヤ火山灰層はこのタイプ I に属する。特にB層の発達が顕著で鮮やかな明橙褐色を呈し、遊離のアルミニウムに富み、リン酸吸収係数が著しく高く、塩基類の溶脱が進んでいるなどの特異的な理化学的性質を有している。また、多量に存在する火山ガラスが特徴的に含まれるイモゴライトによって複雑な立体的形状に結合されてできた特異な土壌構造を形成し、その為に、植物根の侵入は困難で、土塊は乾燥しても亀裂を生ぜず、多孔質であるが破壊されにくく、作土中に存在すると作物の生育を著しく阻害するので、農業上の不良火山灰土として知られている（青峰 1953）。

典型的なタイプ II のアカホヤ火山灰層は大隅半島南部大根占町周辺で見られる。ここでは、アカホヤ火山灰層は6千4百年前に開聞火山群の池田湖より噴出された池田湖軽石に厚く覆われ、A層およびB層が発達している。これは、アカホヤ火山灰層が、降下・堆積後約900年間は地表で土壌化を受け、その後池田湖軽石の降下・堆積により埋没状態となり、以後約6千4百年を経過したことを示している。アカホヤ火山灰層のA層は約4 cm の厚さを持ち、有機炭素含量は平均5.7%で、タイプ I（層厚平均18 cm、炭素含量平均8.6%）に比べて腐植含量は少く土壌化の程度は低い。また、塩基飽和度はタイプ II のA層（平均79.7%）、B層（平均42.6%）が、いずれもタイプ I（A層の平均8.0%、B層の平均12.8%）に比べて高く、加えてタイプ I ではA層<B層であるが、タイプ II では逆にA層>B層であり、土壌化の程度や塩基飽和度においてタイプ I とタイプ II で違いがみられる。一方、タイプ III のアカホヤ火山灰層は霧島山麓で見られる。ここでは、アカホヤ火山灰層は直上と直下を牛のすねテフラに挟まれて存在している。これは、霧島火山の活動で牛のすねテフラの降灰・堆積が続いている時にアカホヤテフラが降灰・堆積したためである。従って、アカホヤ火山灰層は堆積後すぐに牛のすねテフラに覆われ、

地表での土壌化作用は受けていないと考えられる。このことは、アカホヤ火山灰層に腐植を含むA層の発達がみられないことから明らかである。このように、アカホヤ火山灰層の風化・土壌化は、その後の新たなテフラの堆積頻度や堆積量によって影響を受けており、その結果、理化学的性質や粘土鉱物組成にも以下のような影響がみられた。

1) 3タイプのアカホヤ火山灰層に共通するB層およびC層について粘土含量を比較すると、粘土含量はタイプ III（平均14.1%）<タイプ II（平均18.8%）<タイプ I（平均35.3%）の順に多くなっており、アカホヤテフラの地表での風化・土壌化の期間が長いものほど粘土含量は高くなっている。このことは、地表で土壌化作用を受けることによって風化がより速く進行することを示している。

2) アカホヤ火山灰層の塩基含量、塩基飽和度はタイプ I（平均1.9 me, 12.8%）<タイプ II（平均7.0 me, 42.6%）<タイプ III（平均19.0 me, 61.9%）の順にそれぞれ高くなっており、埋没化が進むほど、上部からの塩基類の供給が多いことを示唆している。

3) アカホヤ火山灰層の粘土鉱物組成は、埋没化の程度や層位によって異なる。すなわち、地表で長期にわたって風化・土壌化を受けたアカホヤ火山灰層（タイプ I）のA層では、アロフェン類似物質（Na citrate-NaHCO₃-Na₂S₂O₄および2%Na₂CO₃溶解処理可溶成分）がアロフェン・イモゴライト（0.15 M oxalic acid-oxalate溶解処理可溶成分）より多く存在し、B層では逆にアロフェン・イモゴライトがアロフェン類似物質より多く存在した。また、A層、B層のいずれにおいてもイモゴライト>アロフェンの量的関係にあった。これに対し、地表で一定期間土壌化を受けた後埋没状態におかれているアカホヤ火山灰層（タイプ II）では、A層には加水ハロイサイト（球状）が最も多く存在し、B層には加水ハロイサイトは存在しないか存在しても僅かで、アロフェン・イモゴライトが主であった。量比関係でもアロフェン>イモゴライトであり、明らかにタイプ I のアカホヤ火山灰層とは粘土鉱物組成において大きな違いがみられた。堆積直後から埋没化し、地表での風化・土壌化を受けていないアカホヤ火山灰層（タイプ III）では、粘土鉱物はアロフェン・イモゴライトが主成分で、その存在比はアロフェン>

イモゴライトの関係にあり、アロフェンの存在割合が最も高くなっている。

以上の結果は、地表に堆積したアカホヤテフラの風化・土壌化の過程は、次のテフラの堆積頻度や堆積量によって影響を受け、その結果、アカホヤ火山灰層の風化・土壌化の程度、理化学的性質や粘土鉱物組成に相違が生じたことを示している。このことは、地表に降灰・堆積したテフラの風化・土壌化に影響する最も大きな要因は、次のテフラの堆積頻度や堆積量であり、それによって、テフラは地表で風化・土壌化を受ける時間の長さや埋没程度に影響を受けるからと考えられる。

Ⅲ. 都城盆地における累積性黒ボク土の編年と生成に関する研究

1. テフラの類別・同定と累積性黒ボク土の編年

南九州では、アカホヤテフラやATテフラの発見以来、後期更新世以降におけるほとんどのテフラの噴出年代、分布、層序関係等が明らかにされ、テフラを用いた土壌の編年が可能になった(長岡 1984; 森脇 1994; 奥野 2002; 町田, 新井 2003)。土壌生成過程において、時間の経過は土壌の発達と不可分の重要な因子である。それゆえに、土壌生成の研究を行う上では土壌の編年は不可欠である。土壌の編年を行う方法の一つに、テフラを用いるいわゆる火山灰編年法(テフロクロノロジー)がある。そこで、都城盆地の累積性黒ボク土断面中に介在する全てのテフラについて、層序関係、造岩鉱物組成及び強磁性鉱物の化学組成を調べ、類別・同定を行った。その結果、既知テフラの牛のすねテフラ下部、アカホヤテフラ、御池軽石及び文明軽石が確認された他、新たに大正テフラ、池田湖テフラ、末吉テフラ(P11・Sz-Sy)、薩摩テフラ(P14・Sz-S)及び高峠6テフラ(P17/Sz-Tk6)を類別・同定することができた(井上他 1997)(図3)。この結果、これらのテフラを用いて各累積黒ボク土の生成年代が明確にされ、生成過程に関する研究が可能になった。

2. 累積性黒ボク土断面における厚い腐植層および褐色ローム層の生成

わが国に広く分布する黒ボク土は、他の土壌には見られない特有の断面形態を有している。すなわち、厚さ50 cmを超える黒色の腐植層(A層)が

生成されていることと、上部から下部まで風化程度が一般的な褐色で粘土に富むローム質の火山灰層、いわゆる褐色ローム層が存在することである。従って、厚い腐植層および褐色ローム層の成因解明は、黒ボク土の生成過程を明らかにする上で重要課題となっている。

1) 厚い腐植層の生成機構について

腐植層(A層)の形成は土壌生成における基本過程であり、特に、黒くて厚い腐植層が形成される黒ボク土においては腐植層形成の解明は重要である。都城盆地における累積性黒ボク土断面の上部から最下部まで5 cmおきに採取した土壌試料について有機炭素含量が調べられた(井上他 2000)。その結果、アカホヤのA層(図3のIVA/B)のように腐植含量が下位から上位に向かって連続

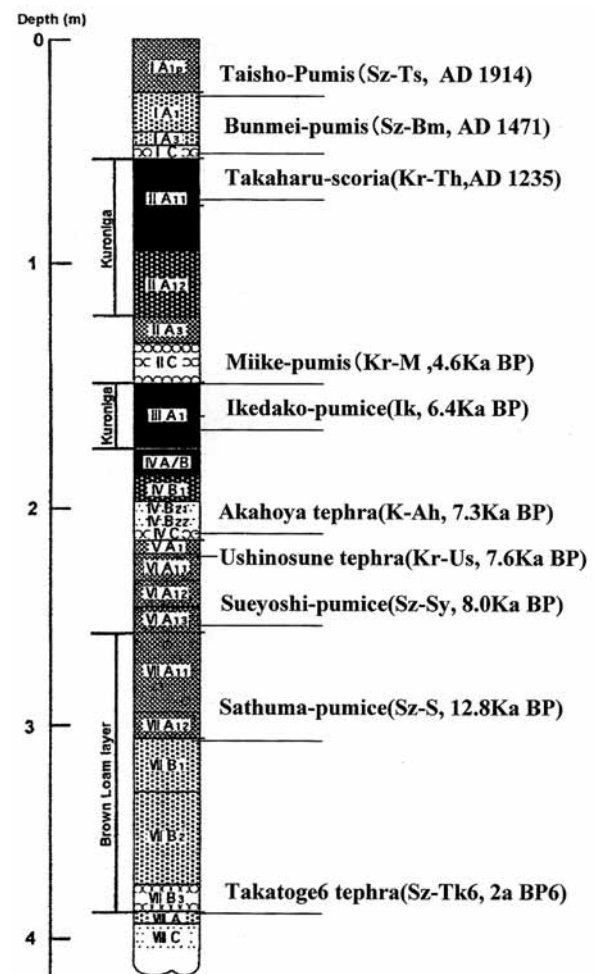


Fig. 3. Stratigraphy of accumulative Andosols profile containing tephra deposits in Miyakonojo Basin. 井上・他(1997)より

的に増加しているケースと、逆に腐植層（図3のⅡA層やⅢA層）の下部から上部に向かって連続的に減少しているケースのあることが見いだされた。前者は、最初からそこに存在している母材から発達した一般の土壌（例えば褐色森林土などで、残積土と言う）のA層で見られる事例である。一方、後者の場合は、母材の堆積と腐植の集積が同時に進行する黒ボク土の腐植層に特有のケースで、母材（テフラ）の堆積量の増加や気候変化による植生繁茂の衰退等が原因となって腐植の集積量が減少する方向へ進んだために生じたものと考えた。腐植層における腐植含量の多少は、母材物質（テフラ）の堆積速度（堆積の量や回数等）と腐植の集積速度との相互関係で決まると考えられる。母材物質の堆積速度は火山活動の大きさや頻度により変化し、腐植の集積速度は気候条件や植物の種類や繁茂状況により異なるので、腐植層の発達には火山活動と植生の繁茂状況により規制されることが示唆された。新たな母材（テフラ）の堆積量が植生に影響しない程度の際は、母材の堆積と腐植の集積とが並行して進むので、腐植層（A層）は厚さを増しつつ発達する。このことが長期にわたって続いたときに、厚い腐植層が形成されると考えられる。腐植層の上方への成長速度は $0.14\sim 0.21\text{ mmy}^{-1}$ 程度と見積もられた。都城盆地における黒ボク土の生成開始は、断面観察で腐植の集積が確認できる桜島T6テフラ（2万6千年前）の堆積直後の時期からと推定された。

都城盆地の累積性黒ボク土について腐植組成と植物珪酸体が調べられた。その結果、ほとんど全ての黒ボク土の腐植酸はA型、植物珪酸体はイネ科草本植物由来であり、本断面が一貫してイネ科草本植物を主体とする植生環境下にあったことが示唆された。また、イネ科草本植物が持続した理由として、断面の発達初期は、最終氷期の最盛期（約2万年前）頃にあたり、寒冷、乾燥した気候に加え、シラス台地であるため土地が著しく乾燥し、森林への遷移の進行が妨げられたこと、断面発達の中期以降（薩摩テフラ堆積以降）は後氷期の温暖・湿潤な気候のためメダケ、ネザサなどイネ科草本植物の繁茂が旺盛でその密度が高かったこと、及び草本植生の繁殖力が強く樹木の侵入を許さなかったこと等があげられる。

2) 褐色ローム層の生成について

都城盆地における累積性黒ボク土断面では（図3）褐色ローム層は桜島T6テフラと薩摩テフラ（約1万3千年前）の間に存在する。従って、褐色ローム層が生成した時期は、2万6千年前から1万3千年頃にかけてであり、それは、ちょうどウルム氷期最盛期（18,000年前）をはさんだ寒冷な時期に当たり、植生の繁茂は貧弱であったことが考えられる。加えて、褐色ローム層の堆積速度（約 0.77 mmy^{-1} ）は、腐植層（ $0.14\sim 0.21\text{ mmy}^{-1}$ ）の数倍も速く、堆積物による希釈効果も加わって腐植含量の少ない褐色ローム層が生成されたと考えられる。褐色ローム層の一次鉱物組成は火砕流堆積物（シラス）に特有のバブルウォール型火山ガラスに富むことから、主母材は入戸火砕流堆積物の風化物から成る風成堆積物（テフリック・レス）であることが明らかとなった。

以上述べたように、累積性黒ボク土断面を構成する腐植層や褐色ローム層は、いずれも火山活動が穏やかでテフラの堆積量が地層として保存されないほど少ない時期に発達した風成層である。腐植層と褐色ローム層の生成は、土壌化に伴う腐植集積速度と母材物質の堆積速度に規制されている。母材の堆積速度が一定であれば、植生の繁茂が旺盛なときには腐植層が、そうでないときには褐色ローム層が生成すると考えられる。

IV. 南九州における古赤色土の生成に関する研究

赤色土は日本列島の各地に点在している。しかし、本来赤色土は亜熱帯ないしは熱帯に分布する成帯性土壌であることから、その成因が注目されている。東北日本の赤色土については早い時期から古赤色土の残存物とされたが、西南日本の赤色土については当初現在の生物、気候条件下で生成された成帯性赤色土とされた。その後、北九州の洪積台地上に分布する赤色土について段丘およびテフラ層との層序関係が検討された結果、西南日本の赤色土は、東北日本の赤色土と同様に、洪積世の温暖期に生成された古赤色土とみなされたが、明確な生成期間、生成年代は明らかにされていない。著者等の調査により南九州では鹿児島県北薩地域、宮崎県平野部（図4）および種子島において初めて見いだされた。そこでは後期更新世の各種テフラが古赤色土の上部や下部に介在しており、テフラを用いて古赤色土の編年が可能であること

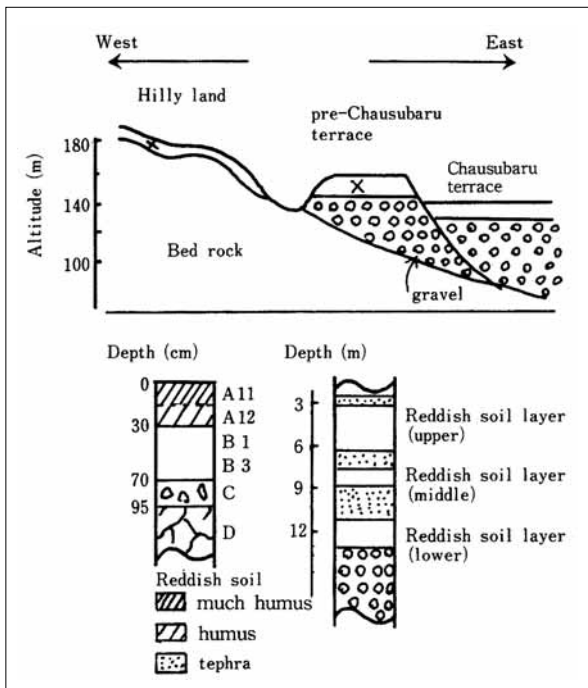


Fig. 4. Area of topography and columnar section of the Pareored soils on the pre-Chausubaru terrace and the hilly lands.

が分かった。そこで、九州南部に分布する赤色土（古赤色土）の上下位に存在するテフラを強磁性鉱物の化学組成を用いて同定し、古赤色土の生成年代が検討された。その結果、古赤色土の生成年代は加久藤テフラ噴出（約34万年前）以前にさかのぼり、阿多鳥浜テフラの噴出年代（20-25万年前）を経て、阿多テフラの噴出（9.5-11万年前）前まで続いたが、阿多テフラ噴出以降では古赤色土は生成されていないことが明らかにされた。そして、過去50万年の海面変動をあらわす酸素同位対比曲線との対比から、古赤色土の生成期間には少なくとも4回の温暖期が存在し、これら高海面期の温暖な気候が赤色土の生成を促進したと推定した。これは、赤色土がただ一回の間氷期（温暖期）中に生成されたとみなすよりも、氷期を含む数回の温暖期を経て生成された、いわば地質学的タイムスケールでの風化・土壌化の産物であることを意味している。

南九州における古赤色土の遊離酸化鉄の活性度および結晶化指数は赤色土の範囲（R領域）にあり、高い粘土含量と緻密性、低い塩基飽和度、カオリン鉱物を主体とする粘土鉱物組成ならびに高位段丘や丘陵地といった古い地形面に限って分布

が認められるなどの特徴は、北九州に分布する古赤色土や日本各地の古赤色土とも共通しており、これらの古赤色土と同時期に生成された赤色土である可能性が考えられる。

V 要約

本稿では、南九州におけるアカホヤで代表される黒ボク土や赤色土の生成に関する研究結果の概要を述べた。要約すると以下の通りである。

1. アカホヤについて

アカホヤの母材は、鬼界カルデラを噴出源とするガラス質の火山灰（アカホヤテフラ）である。アカホヤテフラがたどった風化・土壌化の過程には3通りあり、地上に降灰・堆積してから現在まで（約7,300年間）地表で風化・土壌化作用を受けてきたタイプ（I）、一定期間地表で風化・土壌化作用を受けたが、その後テフラに厚く覆われたために埋没状態となっているタイプ（II）、および降灰・堆積直後から他のテフラに厚く覆われたために地表での土壌生成作用を受けていないタイプ（III）である。タイプ（I）のアカホヤの分布範囲が最も広く、各地で表土を構成し、アカホヤ、イモゴ、オンジなど呼ばれている。このタイプ（I）のアカホヤは風化度や養分の溶脱が最も進み、粘土鉱物としてイモゴライトを含み、多孔質で壊れにくい構造をしているため植物根の侵入が阻害されるなどの性質を持つ。そのために、生産力が極めて低く、代表的な不良火山灰土壌として知られている。

2. 黒ボク土の生成に関して

都城盆地に発達している累積性黒ボク土断面中に存在している全てのテフラを類別・同定し、累積黒ボク土の生成年代を明らかにして、黒ボク土の生成問題で重要課題の一つである、厚い腐植層および褐色ローム層の成因について検討した。その結果、腐植層や褐色ローム層の生成・発達、火山活動による母材物質（テフラ）の堆積頻度や量と植生の繁茂からくる腐植の土壌への還元量との関係により規制される。新たな母材（テフラ）の堆積量が植生の繁茂に影響しない程度に少い時は、母材の堆積と腐植の集積とが同時に並行して進むので、腐植層（A層）は厚さを増しつつ発達する。このことが長期にわたって続いたときに、

厚い腐植層が形成される。一方、植物の繁茂が貧弱で、加えて母材物質の供給量が多い時には、腐植含量の少ない土層が厚さを増しつつ発達し、それが長期にわたって続いた時に、厚い褐色ローム層が発達すると結論した。

3. 古赤色土の生成年代について

赤色土は本来熱帯の気候環境の下で生成される土壌であり、日本各地に存在する赤色土の成因解明も重要な研究課題の一つであり、それには生成年代を明確にすることが重要である。そこで、南九州に点在する古赤色土の断面中に介在するテフラを類別・同定し、古赤色土の生成年代を検討した。その結果、古赤色土の生成は、加久藤テフラ噴出（34万年前）以前から行われており、阿多島浜テフラの噴出年代（20-25万年前）を経て、阿多テフラの噴出年代（9.5-11万年前）頃まで続き、これ以降には赤色土は生成されていないと推定した。

キーワード：アカホヤ、土壌生成、黒ボク土、古赤色土、火山灰編年学

引用文献

- 青峰重範・吉永長則（1953）アカホヤの構造，九大農学芸雑誌，**14**，257-264.
- 青峰重範（1953）九州の特殊土壌．農園，**28**，699-702.
- 青峰重範（1954）いもごの物理性および粘土鉱物．熊本県振興局球磨郡人吉盆地特殊土壌（俗称イモゴ）調査試験中間報告書（第1報），熊本振興局，17-33
- 赤木 功・井上 弦・長友由隆（2001）九州南部に分布する中・後期更新世テフラに含まれる強磁性鉱物の化学組成—テフクロノロジーの古赤色土生成年代推定への適用—．ペドロジスト，**45**，23-31.
- 赤木 功・井上 弦・高木 浩・長友由隆（2002）九州南部に分布する古赤色土の上・下位に存在するテフラの同定・対比．ペドロジスト，**46**，2-13.
- 赤木 功・井上 弦・長友由隆（2003）九州南部に分布する赤黄色土（古赤色土）の産状．日土肥誌，**74**，623-630.
- 井上 弦・長友由隆・高木 浩（1997）都城盆地における累積性黒ボク土断面中のテフラの対比・同定．ペドロジスト，**41**，42-54.
- 井上 弦・赤木 功・長友由隆・高木 浩（2000）都城盆地の累積性黒ボク土における腐植組成．ペドロジスト，**46**，60-67.
- 井上 弦・杉山真二・長友由隆（2000）都城盆地の累積性黒ボク土における炭素・窒素安定同位体自然存在比の変遷—植物珪酸体による植生変遷との対応—．第四紀研究，**40**，307-318.
- 奥野 充（2002）南九州に分布する最近約3万年間のテフラの年代学的研究．第四紀研究，**41**，225-236.
- 菅野一郎・本荘吉男・有村玄洋・徳留昭一（1955）日本火山灰土に関する研究（第8報）熊本県人吉盆地の音地型（ガラス質火山灰土）について．九州農試彙報，**3**，31-58.
- 菅野一郎・中島治己・本荘吉男・有村玄洋・徳留昭一（1955）日本火山灰土に関する研究（第9報）種子島の音地型（ガラス質火山灰土）について．九州農試彙報，**3**，155-172.
- 庄子貞雄・小林進介・増井淳一（1974）火山灰中の強磁性鉱物の化学組成と噴出源との関係について．岩石鉱物鉱床学会誌，**69**，110-120.
- 関 豊太郎（1934）粘土質土壌とバン土質土壌に就いて．日土肥誌，**8**，246-256.
- 長岡信二（1984）大隅半島北部から宮崎平野に分布する後期更新世テフラ．地学雑誌，**93**，347-370.
- 長友由隆・庄子貞雄・小林進介・増井淳一（1976）南九州の各種火山灰層の強磁性鉱物の化学組成について．日土肥誌，**47**，25-32.
- 長友由隆・庄子貞雄・小林進介（1976）南九州のアカホヤの堆積状態と強磁性鉱物の化学組成について．アカホヤの土壌肥料学的研究（第1報）．日土肥誌，**47**，342-348.
- 長友由隆・庄子貞雄（1977）アカホヤ，イモゴ，オンジの対比ならびに噴出源について．アカホヤの土壌肥料学的研究（第2報）．日土肥誌，**48**，1-7.
- 長友由隆・庄子貞雄・玉井 理（1977）アカホヤの一次鉱物組成と岩質について．アカホヤの土壌肥料学的研究（第3報）．日土肥誌，**48**，218-222.
- 長友由隆・玉井 理（1993）アカホヤの化学的性質．アカホヤの土壌肥料学的研究（第5報）．

- 宮崎大学農学部研究報告, **40**, 31-40.
- 長友由隆・玉井 理 (1993) アカホヤの粘土鉱物組成. アカホヤの土壤肥料学的研究 (第6報). 宮崎大学農学部研究報告, **40**, 41-53.
- 長友由隆・玉井 理 (1994) アカホヤの粒径組成と風化程度. アカホヤの土壤肥料学的研究 (第4報). 日土肥誌, **65**, 133-140.
- 長友由隆・高木浩・玉井 理 (1994) 排水環境の異なるアカホヤの粘土鉱物組成についてアカホヤの土壤肥料学的研究 (第7報). 宮崎大学農学部研究報告, **41**, 65-72.
- 町田 洋・新井房夫 (1976) 広域に分布する火山灰—始良Tn火山灰の発見とその意義. 科学, **46**, 339-347.
- 町田 洋・新井房夫 (2003) 「新編 火山灰アトラス—日本列島とその周辺」. 東京大学出版会, 東京, 336p.
- 町田 洋・新井房夫 (1978) 南九州鬼界カルデラから噴出した広域火山灰—アカホヤ火山灰. 第四紀研究, **17**, 143-163.
- 松井 健 (1963) 筑後平野周辺の赤色土の産状と生成時期—西南日本の赤色土の生成に関する古土壌学的研究 (第1報). 資源研彙報, **60**, 1-12.
- 宮崎県農業試験場 (1957) 不良火山灰土壌「赤ホヤ」の改良に関する研究. **20**, 1-22.
- 森脇 広 (1994) 桜島テフラ層序・分布と細粒火山灰の層位. 文部科学省科学研究費補助金, 研究成果報告書「鹿児島湾周辺における第四紀後期の細粒火山灰層に関する古環境学的研究」, 1-20.